

Sonderdruck aus:

Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung

Leo Pusse

Zur Analyse und Prognose der Arbeitsproduktivität
auf produktionstheoretischer Basis

8. Jg./1975

3

Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (MittAB)

Die MittAB verstehen sich als Forum der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung. Es werden Arbeiten aus all den Wissenschaftsdisziplinen veröffentlicht, die sich mit den Themen Arbeit, Arbeitsmarkt, Beruf und Qualifikation befassen. Die Veröffentlichungen in dieser Zeitschrift sollen methodisch, theoretisch und insbesondere auch empirisch zum Erkenntnisgewinn sowie zur Beratung von Öffentlichkeit und Politik beitragen. Etwa einmal jährlich erscheint ein „Schwerpunktheft“, bei dem Herausgeber und Redaktion zu einem ausgewählten Themenbereich gezielt Beiträge akquirieren.

Hinweise für Autorinnen und Autoren

Das Manuskript ist in dreifacher Ausfertigung an die federführende Herausgeberin
Frau Prof. Jutta Allmendinger, Ph. D.
Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung
90478 Nürnberg, Regensburger Straße 104
zu senden.

Die Manuskripte können in deutscher oder englischer Sprache eingereicht werden, sie werden durch mindestens zwei Referees begutachtet und dürfen nicht bereits an anderer Stelle veröffentlicht oder zur Veröffentlichung vorgesehen sein.

Autorenhinweise und Angaben zur formalen Gestaltung der Manuskripte können im Internet abgerufen werden unter http://doku.iab.de/mittab/hinweise_mittab.pdf. Im IAB kann ein entsprechendes Merkblatt angefordert werden (Tel.: 09 11/1 79 30 23, Fax: 09 11/1 79 59 99; E-Mail: ursula.wagner@iab.de).

Herausgeber

Jutta Allmendinger, Ph. D., Direktorin des IAB, Professorin für Soziologie, München (federführende Herausgeberin)
Dr. Friedrich Buttler, Professor, International Labour Office, Regionaldirektor für Europa und Zentralasien, Genf, ehem. Direktor des IAB
Dr. Wolfgang Franz, Professor für Volkswirtschaftslehre, Mannheim
Dr. Knut Gerlach, Professor für Politische Wirtschaftslehre und Arbeitsökonomie, Hannover
Florian Gerster, Vorstandsvorsitzender der Bundesanstalt für Arbeit
Dr. Christof Helberger, Professor für Volkswirtschaftslehre, TU Berlin
Dr. Reinhard Hujer, Professor für Statistik und Ökonometrie (Empirische Wirtschaftsforschung), Frankfurt/M.
Dr. Gerhard Kleinhenz, Professor für Volkswirtschaftslehre, Passau
Bernhard Jagoda, Präsident a.D. der Bundesanstalt für Arbeit
Dr. Dieter Sadowski, Professor für Betriebswirtschaftslehre, Trier

Begründer und frühere Mitherausgeber

Prof. Dr. Dieter Mertens, Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Karl Martin Bolte, Dr. Hans Büttner, Prof. Dr. Dr. Theodor Ellinger, Heinrich Franke, Prof. Dr. Harald Gerfin,
Prof. Dr. Hans Kettner, Prof. Dr. Karl-August Schäffer, Dr. h.c. Josef Stingl

Redaktion

Ulrike Kress, Gerd Peters, Ursula Wagner, in: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesanstalt für Arbeit (IAB),
90478 Nürnberg, Regensburger Str. 104, Telefon (09 11) 1 79 30 19, E-Mail: ulrike.kress@iab.de; (09 11) 1 79 30 16,
E-Mail: gerd.peters@iab.de; (09 11) 1 79 30 23, E-Mail: ursula.wagner@iab.de; Telefax (09 11) 1 79 59 99.

Rechte

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Redaktion und unter genauer Quellenangabe gestattet. Es ist ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages nicht gestattet, fotografische Vervielfältigungen, Mikrofilme, Mikrofotos u.ä. von den Zeitschriftenheften, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.

Herstellung

Satz und Druck: Tümmels Buchdruckerei und Verlag GmbH, Gundelfinger Straße 20, 90451 Nürnberg

Verlag

W. Kohlhammer GmbH, Postanschrift: 70549 Stuttgart; Lieferanschrift: Heßbrühlstraße 69, 70565 Stuttgart; Telefon 07 11/78 63-0;
Telefax 07 11/78 63-84 30; E-Mail: waltraud.metzger@kohlhammer.de, Postscheckkonto Stuttgart 163 30.
Girokonto Städtische Girokasse Stuttgart 2 022 309.
ISSN 0340-3254

Bezugsbedingungen

Die „Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung“ erscheinen viermal jährlich. Bezugspreis: Jahresabonnement 52,- € inklusive Versandkosten: Einzelheft 14,- € zuzüglich Versandkosten. Für Studenten, Wehr- und Ersatzdienstleistende wird der Preis um 20 % ermäßigt. Bestellungen durch den Buchhandel oder direkt beim Verlag. Abbestellungen sind nur bis 3 Monate vor Jahresende möglich.

Zitierweise:

MittAB = „Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung“ (ab 1970)
Mitt(IAB) = „Mitteilungen“ (1968 und 1969)
In den Jahren 1968 und 1969 erschienen die „Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung“ unter dem Titel „Mitteilungen“, herausgegeben vom Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesanstalt für Arbeit.

Internet: <http://www.iab.de>

Zur Analyse und Prognose der Arbeitsproduktivität auf produktionstheoretischer Basis

Leo Pusse

Bisher wurde bei Produktivitätsvorausschätzungen zumeist auf Trendverlängerungen (Trendextrapolationen) zurückgegriffen. Da bei dieser Vorgehensweise ökonomische Erklärungsfaktoren unberücksichtigt bleiben und eine Fortsetzung des in der Vergangenheit beobachteten Trendverlaufs nicht immer erwartet werden kann, wurde im IAB versucht, mit Hilfe des „Analogieschlusses“ und „systemtheoretischer Zusammenhänge“ die Entwicklung der Arbeitsproduktivität zu erfassen; doch nur in Spezialfällen können diese Methoden zu Prognosezwecken angewandt werden.

In dem vorliegenden Aufsatz wird die Möglichkeit untersucht, mit Hilfe der Produktionstheorie die Arbeitsproduktivität zu erklären und zu prognostizieren. Dazu werden zunächst die produktionstheoretischen Zusammenhänge kurz dargestellt. Es wird ausgeführt, daß Änderungen der Arbeitsproduktivität ihre unmittelbaren Ursachen in Skalenerträgen, Änderungen der Arbeitsintensität oder Änderungen der Lage und Gestalt der Produktionsfunktion haben, wobei diese Phänomene nicht isoliert aufzutreten brauchen und ihrerseits wieder von anderen Einflußfaktoren abhängig sind (indirekte Variablen).

Sodann wird die „Helps'sche Hypothese“ erörtert, die den produktionstheoretischen Ansätzen zugeordnet werden kann. Sie führt die Entwicklung der Arbeitsproduktivität auf die Entwicklung der Produktion und der Investitionen zurück. Der Vorschlag von *Helps* zeichnet sich dadurch besonders aus, daß bei langfristigen Produktivitätsprognosen die Kenntnis der zukünftigen Investitionsentwicklung entfällt.

Die von *Helps* empfohlene Methode wurde auf 51 Produktivitätsreihen der Industrie der Bundesrepublik Deutschland angewandt. Im großen und ganzen konnten bei Zugrundelegung seiner Hypothese statistisch gute Ergebnisse erzielt werden, so daß der „Helps'sche Ansatz“ als erfolgversprechend für weitere Untersuchungen gelten kann. Dabei sollten jedoch vor allem folgende Verbesserungsmöglichkeiten mit berücksichtigt werden:

Es könnten neben der Produktion und den Investitionen weitere direkte und indirekte ökonomische Variablen zur Erklärung herangezogen werden. Außerdem müßte die Frage untersucht werden, ob die Modellvariablen gemeinsam abhängig sind und ob daher ein Modell mit mehreren Gleichungen anzusetzen ist. Dessen Struktur müßte dann mit einer adäquaten Schätzmethode, die der Interdependenz der Modellvariablen Rechnung trägt, ermittelt werden.

Die Untersuchung wurde im IAB durchgeführt.

Gliederung

1. Einleitung
2. Die Erklärung der Arbeitsproduktivität im Lichte der Produktionstheorie
 - 2.1 Skalenerträge
 - 2.2 Änderung der Arbeitsintensität
 - 2.3 Änderung der Struktur der Produktionsfunktion
3. Die Wahl eines produktionstheoretisch fundierten Prognosemodells für die Arbeitsproduktivität
 - 3.1 Zur expliziten Benutzung ökonomischer Bestimmungsgrößen
 - 3.2 Der „Helps'sche Ansatz“
 - 3.3 Die Anwendung des „Helps'schen Ansatzes“ auf die Industrie der Bundesrepublik Deutschland
4. Kritik und Ausblick
- Literaturverzeichnis

1. Einleitung

Üblicherweise versteht man unter „Produktivität“ das Verhältnis von Produktionsergebnis (output) einer sta-

tistisch erfaßbaren Produktionseinheit (z. B. Betrieb, Volkswirtschaft) zu Faktoreinsatz (input). „Arbeitsproduktivität“ setzt somit den Output in Relation zum Einsatz des Faktors Arbeit. Ihre systematisch und ständig fortgesetzte statistische Erfassung begann nach dem Zweiten Weltkrieg in den USA. In der Bundesrepublik Deutschland setzte diese Entwicklung 1950 ein¹⁾.

In der wirtschaftspolitischen Diskussion spielt die Arbeitsproduktivität eine maßgebende Rolle. So wird ihre Größe bei der Gestaltung einer „produktivitätsorientierten Lohnpolitik“ — obwohl diese als Lohnfindungskonzept nicht unumstritten ist — als konstitutiver Bestandteil herangezogen²⁾. Bei Systemvergleichen verschiedener Wirtschaftsordnungen greift man ebenfalls auf die Arbeitsproduktivität zurück³⁾. Weiterhin interessiert die Entwicklung der Produktivität „wegen des Eigeninteresses an dieser zentralen volkswirtschaftlichen Variablen“⁴⁾.

Bei der Erstellung von Arbeitsmarktpagnosen muß die Entwicklung der Arbeitsproduktivität berücksichtigt werden. Beispielsweise erfordert eine Schätzung des zukünftigen Einsatzes des Faktors Arbeit aufgrund der Identität

Arbeitseinsatz = Produktionshöhe: Arbeitsproduktivität

die Kenntnis sowohl der entsprechenden zukünftigen Produktionshöhe als auch der entsprechenden zukünftigen Arbeitsproduktivität. Als weiteres Beispiel sei auf die

- 1) Vgl. Kregel [22], Vorwort S. 4, wo verwiesen wird auf „Summary of Proceedings of Conference on Productivity 1946“, herausgegeben vom US Department of Labor und vom Bureau of Labor Statistics und Bartels, H.: Indices der industriellen Produktivität, in *Wirtschaft und Statistik* 1. Jg. N.F., Heft 11, Feb. 1950, S. 370 ff.
- 2) Vgl. Sachverständigenrat [33], S. 54, 123, 124; [34] S. 69 ff., S. 134 ff.
- 3) Vgl. Fabricant [8], S. 166 ff.
- 4) Vgl. Kuhlo [24], S. 220.

Möglichkeit verwiesen, daß eine Prognosefunktion für die Nachfrage nach Arbeitskräften die Arbeitsproduktivität als erklärende, exogene Variable enthält; auch in diesem Falle ist zur Prognose der zukünftige Wert der (exogenen) Arbeitsproduktivität einzusetzen.

Bisher hat man bei Produktivitätsvorausschätzungen im wesentlichen auf Trendextrapolationen zurückgegriffen. Diese Vorgehensweise ist jedoch vom Standpunkt der wirtschaftswissenschaftlichen Theorie unbefriedigend, da nicht auf ökonomische Bestimmungsgründe zurückgegriffen wird. Weiterhin erscheint es grundsätzlich bedenklich, für die Zukunft eine unveränderte Fortsetzung des bisherigen trendmäßigen Produktivitätsverlaufs anzunehmen; denn bei Trendprognosen ist Strukturkonstanz der Trendfunktion impliziert. Um mögliche Strukturveränderungen in den Griff zu bekommen, wurden im IAB die „Wege“⁵⁾ „Analogieschluß“⁶⁾ sowie „systemtheoretische Zusammenhänge“⁷⁾ eingeschlagen. Zur Prognose allerdings können diese Methoden vor allem aus Gründen der Verfügbarkeit des notwendigen statistischen Datenmaterials nur in Spezialfällen angewendet werden.

Mit den folgenden Ausführungen soll im IAB der erste Schritt zu einem produktionstheoretisch fundierten Prognoseansatz getan werden. Nach Darlegung der dazu notwendigen produktionstheoretischen Grundlagen, Herausstellung verschiedener ökonomischer Variablen zur Prognose der Arbeitsproduktivität wird die „Helps'sche Hypothese“ erörtert. Sie legt als erklärende Größen die Produktion und die Investition zugrunde und wird insofern den produktionstheoretischen Ansätzen zugeordnet. Darüber hinaus werden die empirischen Ergebnisse der Anwendung des „Helps'schen Ansatzes“ — die Anwendung erfolgt zum Teil in leicht modifizierter Form — auf die Industriesektoren der Bundesrepublik Deutschland kritisch dargestellt. Schließlich werden Verbesserungsmöglichkeiten der „Helps'schen Hypothese“ und weitergehende produktionstheoretische Ansatzmöglichkeiten aufgezeigt.

2. Die Erklärung der Arbeitsproduktivität im Lichte der Produktionstheorie

Den folgenden Überlegungen wird eine Produktionsfunktion zugrunde gelegt, die dem jeweiligen mengenmäßigen Einsatz der Produktionsfaktoren Arbeit (A) sowie Nicht-Arbeit⁸⁾ (\bar{A}) einen bestimmten Output (O) zuordnet; außerdem sei der Möglichkeit von Parameteränderungen im Zeitablauf (z. B. wegen technischen Fortschritts) durch die Einbeziehung der Zeit (t) als Index beim Funktionszeichen (f) Rechnung getragen. In mathematisch allgemeiner Form hat man dann:

$$O = f_t(A, \bar{A})^9)$$

5) Vgl. Klauder, Mertens, Ulrich [20].

6) Vgl. Egle, Klauder, Thon [7].

7) Vgl. Ulrich [40], [41], Brödner, Hamke [4], [5].

8) In makroökonomischen Produktionsfunktionen wird als zweiter Produktionsfaktor meist das Kapital berücksichtigt; der Boden wird vernachlässigt.

9) Dieser Funktion soll der Graph (Isoquantenschar) der Abb. 1 entsprechen. Dabei wird die Produktionsfunktion zu einem bestimmten Zeitpunkt (t_0) dargestellt, also ohne Einwirken des technischen Fortschritts.

10) Vgl. Henderson/Quandt [16], S. 66; grundsätzlich kann man zwischen durchschnittlichem und marginalem Skalenertrag unterscheiden. Den Quotienten aus dem marginalen und durchschnittlichen Skalenertrag bezeichnet man als Skalenelelastizität. Vgl. hierzu Schneider [36] S. 171, der von „Niveauelelastizität eines Prozesses“ spricht; vgl. auch Allen, R. G. D.: Mathematik für Volks- und Betriebswirte, Berlin 1956, wo es „Elastizität der Produktion“ heißt.

Als Definition der Arbeitsproduktivität (P_A) gilt:

$$P_A = \frac{O}{A}$$

Aus der Sicht der Produktionstheorie gibt es für eine Änderung der Arbeitsproduktivität folgende Gründe:

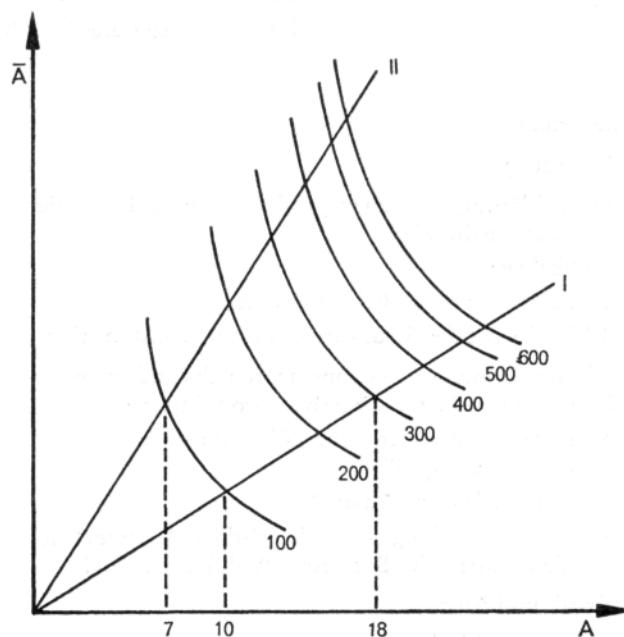
2.1 Skalenerträge

Allgemein bezeichnen Skalenerträge (returns to scale) die Auswirkung einer proportionalen Erhöhung des Einsatzes aller Produktionsfaktoren auf den Output¹⁰⁾. Steigt das Produktionsergebnis im gleichen Verhältnis wie der mengenmäßige Einsatz der Faktoren, spricht man von konstanten Skalenerträgen (constant returns to scale), bei überproportionalem Ansteigen der Produktion liegen steigende Skalenerträge (increasing returns to scale), bei unterproportionalem Ansteigen abnehmende Skalenerträge (decreasing returns to scale) vor. Bei homogenen Produktionsfunktionen ergibt sich die Art der Skalenerträge aus dem Grad der Homogenität der Produktionsfunktion, wobei eine Produktionsfunktion

$$f(kx_1, kx_2, \dots, kx_n) = k^r f(x_1, x_2, \dots, x_n),$$

wobei x_1 bis x_n den Einsatz der Produktionsfaktoren X_1, \dots, X_n bezeichnen, k irgendeine positive Zahl ist und r eine Konstante darstellt. Wenn von allen Faktoren das k -fache eingesetzt wird, erhöht sich also der Output um das k^r -fache. Bei $r = 1$ liegen konstante, bei $r > 1$ steigende und bei $r < 1$ abnehmende Skalenerträge vor.

Abbildung 1:
Beispiel eines Isoquantenschemas bei steigenden Skalenerträgen



A = Einsatz des Faktors Arbeit
 \bar{A} = Einsatz des Faktors Nicht-Arbeit
 I = Produktionsprozeß Nr. I
 II = Produktionsprozeß Nr. II

Wie die Abbildung 1 zeigt, nimmt bei steigenden Skalenerträgen der Abstand der Isoquanten ab. Daher erfolgt der Einsatz der Faktoren im Zuge der Produktionsausweitung nur unterproportional: Die Produktion wächst prozentual stärker als z. B. der Einsatz des Faktors Arbeit. Im Beispiel der Abbildung 1 nimmt demgemäß die Arbeitsproduktivität (das mathematische Verhältnis von

Produktion zu Arbeitseinsatz) bei einer Steigerung der Produktion (auf dem Produktionsprozeß I)¹¹⁾ von 100 auf 300 zu, und zwar von $\frac{100}{10} = 10$ auf $\frac{300}{18} = 16\frac{2}{3}$, weil — wegen steigender Skalenerträge — der Einsatz des Faktors Arbeit nur um 80 % zu erhöhen ist bei einer Produktionssteigerung um 200 %.

Für steigende Skalenerträge können die verschiedensten Bestimmungsgründe (technologische Zusammenhänge, Faktor-Spezialisierung, stochastische Gesetzmäßigkeiten) maßgebend sein, auf deren ausführliche Erörterung hier jedoch nicht eingegangen wird¹²⁾.

2.2 Änderung der Arbeitsintensität¹³⁾

Bei gegebener Produktionsmenge bedeutet eine Änderung der Arbeitsintensität eine Bewegung auf einer Isoquanten, d. h. ein Wechsel des Produktionsprozesses. In der Abbildung 1 impliziert der Produktionsprozeß I eine höhere Arbeitsintensität, d. h. ein größeres Verhältnis von Arbeitseinsatz zu Nicht-Arbeitseinsatz, als der Produktionsprozeß II. Somit impliziert eine höhere (niedrigere) Arbeitsintensität bei unveränderter Produktionshöhe eine niedrigere (höhere) Arbeitsproduktivität. Bei einer Produktionshöhe von 100 beispielsweise ergibt sich im Falle des Produktionsprozesses I eine Arbeitsproduktivität in Höhe von $\frac{100}{10} = 10$, während sich im Falle des weniger arbeitsintensiven Produktionsprozesses II die Arbeitsproduktivität auf $\frac{100}{7} = 14\frac{2}{7}$ beläuft.

Die Wahl der Arbeitsintensität oder des Produktionsprozesses erfolgt bei Substituierbarkeit der Faktoren im herkömmlichen produktionstheoretischen Modell gemäß der Minimalkostenbedingung¹⁴⁾. In diesen Kalkül gehen als Determinanten die Faktorpreise mit ein; eine Änderung der Faktorpreisverhältnisse zieht damit im herkömmlichen Produktionsmodell eine Änderung des Produktionsprozesses und damit der Arbeitsintensität nach sich. Wenn beispielsweise der Faktor Arbeit (relativ) teurer wird, wählt der Unternehmer einen weniger arbeitsintensiven Produktionsprozeß¹⁵⁾. Bei unveränderter Produktionshöhe erhöht sich damit die Arbeitsproduktivität.

Das Ausmaß der Faktorsubstitution hängt jedoch auch von den Parametern der Produktionsfunktion ab, konkret von der Höhe ihrer Substitutionselastizität¹⁶⁾. Bei einer Substitutionselastizität von 0 beispielsweise — die Abbildung 1 entspricht diesem Fall nicht, dort sind gekrümmte Isoquanten, d. h. eine von 0 verschiedene Substitutionselastizität, vorausgesetzt — erfolgt trotz

einer Änderung der Faktorpreisverhältnisse keine Änderung der Faktoreinsatzverhältnisse. Wie schnell und leicht die Produktionsfaktoren gegenseitig ersetzt werden können, ist sicherlich auch eine Frage der Fristigkeit. Im allgemeinen wird die Faktorsubstituierbarkeit mit der Fristigkeit positiv korreliert sein. In der Kurzfristanalyse kann man daher eher eine limitationale Produktionsfunktion ansetzen, während man bei langfristigen Analysen i. a. Substituierbarkeit der Produktionsfaktoren zum Ausdruck bringen muß.

2.3 Änderung der Struktur der Produktionsfunktion

Eine Änderung der Produktionsstruktur, d. h. eine Änderung der Funktionsparameter, kann die Lage des gesamten Isoquantenschemas im Koordinatensystem, die Abstände der Isoquanten (returns to scale), deren Krümmung und deren Schiefe betreffen. In der Regel werden solche Strukturveränderungen der Produktionsfunktion bei unveränderten Faktorpreisverhältnissen Änderungen des Einsatzes an Produktionsfaktoren nach sich ziehen. Dies ergibt sich aus dem Gewinnmaximierungskalkül.

Einen wichtigen und oft in der Literatur erwähnten Bestimmungsgrund für Produktionsstrukturveränderungen stellt der technische Fortschritt dar. Produktions-theoretisch bedeutet er eine Bewegung der Produktionsfunktion zum Ursprung des Koordinatensystems hin, d. h. eine Änderung der Funktionsparameter¹⁷⁾. Technischer Fortschritt ermöglicht es, die Einsatzmenge zumindest eines Produktionsfaktors bei gleichbleibender Produktionshöhe zu reduzieren¹⁸⁾. Wenn der Faktor Arbeit betroffen ist, ergibt sich somit die Möglichkeit, die (Arbeits-)Produktivität zu steigern. So wird sie sich beispielsweise erhöhen, wenn die vorhandenen Arbeitskräfte durch besser ausgebildete substituiert werden oder wenn neuere, leistungsstärkere Maschinen eingesetzt werden.

Problematisch ist die Wahl der analytischen Form, in der der technische Fortschritt Berücksichtigung finden soll. Sie wird wohl abhängen von den Vorstellungen über den Weg, dessen sich der technologische Wandel zur Veränderung der Produktionstechnik (Produktionsfunktion) bedient hat. In der Literatur tauchen in diesem Zusammenhang die unterschiedlichsten Konzepte auf. So unterscheidet man zwischen neutralem technischen Fortschritt, der die marginale Rate der Substitution der Faktoren unverändert läßt, und nicht-neutralem, zwischen autonomem, der losgelöst von den Produktionsfaktoren auftritt, und nicht-autonomem (induziertem) technischen Fortschritt, zwischen dem „disembodiment-Konzept“ und dem „embodiment-Konzept“, nach dem der technologische Wandel in den jeweiligen Bruttoinvestitionen realisiert wird¹⁹⁾.

Als Beispiele einer analytischen Form seien für den Fall des „disembodiment technical progress“ die Einführung einer Trendvariablen²⁰⁾ — bei kontinuierlichem Verlauf — oder die Berücksichtigung durch eine (0—I)-Variable²¹⁾ — bei abruptem Auftreten in bestimmten definierbaren Perioden — erwähnt.

3. Die Wahl eines produktionstheoretisch fundierten Prognosemodells für die Arbeitsproduktivität

3.1 Zur expliziten Benutzung ökonomischer Bestimmungsgrößen

Aufgrund der produktionstheoretischen Ausführungen unter 2. kommen als Gründe für Arbeitsproduktivitäts-

11) Ein Produktionsprozeß, die Verbindungslinie der Isoquantenpunkte mit gleicher Steigung ist (bei homogenen Produktionsfunktionen) gekennzeichnet durch ein bestimmtes, konstantes Verhältnis von Arbeitseinsatz zu Nicht-Arbeitseinsatz (z. B. Linie I oder Linie II in der Abb. 1).

12) Vgl. zu dieser Problematik Viner [43], Oort [30], Salter [35], Robinson [32].

13) Unter Arbeitsintensität sei hier der Quotient aus Arbeitseinsatz und Nicht-Arbeitseinsatz verstanden.

14) Vgl. z. B. Henderson/Quandt [16], S. 45 ff., Schneider [36], S. 59 ff., Gutenberg [13], S. 286 ff., einschließlich der dort geübten Kritik und Gegenkritik des herkömmlichen Modells. Weitere Literaturhinweise finden sich ebenfalls dort.

15) Vgl. Frohn [10], S. 87.

16) Vgl. Allen [1], S. 355.

17) Solow sieht in diesem Zusammenhang die Formulierung technischer Fortschritt als Kurzausdruck „for any kind of shift in the production function“ an. Vgl. Solow [37], S. 312.

18) Vgl. Krelle [21], S. 14.

19) Es sei darauf hingewiesen, daß die o. g. Unterscheidungskonzepte sich überschneiden können. Vgl.: Fleck [9], Hicks [17], S. 127 ff., Solow [38], Ott [31], McCarty [27].

20) Vgl. Bodkin/Klein [2], S. 30.

21) Vgl. Brown/Popkin [6], S. 402 ff.

Veränderungen Skalenerträge, Wechsel der Arbeitsintensität sowie Änderungen der Lage und Gestalt der Produktionsfunktion in Frage. Aufgabe einer ökonometrischen Analyse ist es, den Einfluß dieser drei Bestimmungsgründe zu spezifizieren, zu identifizieren und zu schätzen. Die ökonometrische Struktur bildet dann mit den Werten der vorherbestimmten Größen die Basis für (Produktivitäts-)Prognosen.

In diesem Zusammenhang sei jedoch darauf hingewiesen, daß vor allem die Trennung der Effekte aufgrund von Skalenerträgen, die einer Bewegung auf der Produktionsfunktion gleichkommen, von den Auswirkungen des technologischen Wandels, die eine Bewegung der Funktion selbst bedeuten, große Schwierigkeiten bereiten dürfte. Möglicherweise wird die Isolierung beider Effekte nur durch willkürliche Annahmen über die analytische Einbeziehung der Art der Skalenerträge oder des technischen Fortschritts zu bewerkstelligen sein²²⁾.

Für den ökonometriker stellt sich nun die Aufgabe, diese o. g. Bestimmungsgründe in einer oder mehreren mathematischen Funktionen als Variable aufzuführen. In der Praxis kommt es namentlich wegen Meßschwierigkeiten vor, daß als Funktionsvariable nicht der Bestimmungsgrund selbst, sondern ein entsprechendes, leichter feststellbares Maß aufgenommen wird. So bereitet vor allem die Messung des Kapitaleinsatzes erhebliche Schwierigkeiten, mit der Folge, daß man vornehmlich für den Faktor Kapital eine brauchbare Ersatzgröße suchen muß. Von entscheidender Bedeutung für die statistische Erfassung des Faktors Kapital ist außerdem seine Auslastung; dies gilt vor allem, wenn der Kapitalinput anhand der Veränderungen des Kapitalstocks gemessen wird.

Schließlich sei darauf hingewiesen, daß im allgemeinen den Produktionsfaktoren und Outputgrößen theoretischer Ansätze in der Realität mehr oder weniger heterogene Aggregate entsprechen, die sich aus qualitativ unterschiedlichen Klassen zusammensetzen. Diese Problematik gewinnt an Bedeutung mit steigender Aggregationsebene einer statistischen Untersuchung²³⁾.

In der Literatur häufig benutzte Erklärungsvariable für die Entwicklung der Arbeitsproduktivität stellen

- Produktionshöhe²⁴⁾
- Kapitalaufwand (im Verhältnis zu Arbeitsaufwand)²⁵⁾
- Investitionstätigkeit²⁶⁾
- Faktorpreise (-Preisverhältnisse)²⁷⁾

dar²⁸⁾. Diese Einflußgrößen können i. S. der Produktionstheoretischen Ausführungen als direkte Bestimmungsfaktoren, d. h. als die relevanten Variablen selbst bzw. als Maß für ihren Einfluß, oder als indirekte Bestimmungsfaktoren, die über die direkten wirken, interpretiert werden. So ist der reziproke Wert der

Größe „Kapitalaufwand zu Arbeitsaufwand“ als direkte Variable (Arbeitsintensität) anzusehen, die „Produktionshöhe“ als Maß für die direkte Variable Skalenerträge, während die Investitionstätigkeit z. B. als indirekte Bestimmungsgröße, durch die der direkte Bestimmungsfaktor technischer Fortschritt realisiert wird, interpretiert werden kann.

Weitere (indirekte) Einflußgrößen sind denkbar, wie z.B. Effekte der Sozial-, Kultur-, Standort-, Wettbewerbs-, Konjunktur- und Verteilungspolitik.

Nach dieser Skizzierung einiger ökonometrischer Ansatzmöglichkeiten zur Vorausbestimmung der Arbeitsproduktivität sei auf einen wichtigen Gesichtspunkt bezüglich des benutzten Datenmaterials hingewiesen: man kann in der empirischen Ökonometrie auf Zeitreihen oder auf Querschnittsdaten oder auf beide Arten von Daten gleichzeitig zurückgreifen (pooling). Es ist zu beachten, daß die Dimension des verwendeten Datenmaterials bei der Interpretation der ökonometrisch ermittelten Strukturparameter zu berücksichtigen ist. So sind Zeitreihen auf Monats- bzw. Quartalsbasis insbesondere für die kurzfristige Analyse geeignet, während z. B. die Benutzung von Querschnittsdaten eher zum Aufspüren längerfristiger Zusammenhänge in Frage kommt. Wenn dagegen der zeitliche Charakter (Fristigkeit) der Beobachtungswerte andersartig als der zeitliche Charakter des Modells ist, ist mit Verzerrungen zu rechnen, wenn diese „falschen“ Daten bei der Schätzung der ökonometrischen Struktur verwendet werden²⁹⁾.

Die Wahl der Modellvariablen hat grundsätzlich nach dem Prinzip der Vollständigkeit und Richtigkeit zu erfolgen; d. h., die in der ökonometrischen Funktion als wichtig anzusehenden Erklärungsfaktoren sollen auch tatsächlich relevant sein, außerdem darf keine wichtige Variable fehlen. Wenn allerdings bestimmte Einflußgrößen konstant bleiben, erübrigt und verbietet sich ihre Aufnahme in das Modell. Lediglich bei der Interpretation der Rechenergebnisse sind sie zu berücksichtigen. Die Spezifizierung der Funktionsform hat idealerweise so zu erfolgen, daß sie der „wahren“ Relation in der Grundgesamtheit entspricht oder zumindest möglichst nahe kommt. Dabei dürfte wirtschaftstheoretischen Plausibilitätsbetrachtungen Vorrang zukommen, würden doch — wenn nur auf die Güte der statistischen Anpassung geachtet wird — die (rein) statistisch ermittelten Zusammenhänge möglicherweise inhaltslose Beschreibungen darstellen, auch wenn beste — allerdings rein medianische — Anpassungen an das Datenmaterial vorlägen³⁰⁾.

Weiterhin ist zu prüfen, ob das der Prognose zugrunde zu legende Modell eine einzige Gleichung oder mehr als eine Gleichung enthalten soll. Ein Mehrgleichungsmodell ist dann einzuführen, wenn der Interdependenz der Modellvariablen Rechnung zu tragen ist. Im allgemeinen nimmt der Grad der gemeinsamen Abhängigkeit der ökonomischen Variablen mit der Fristigkeit der Betrachtungsweise wohl zu: je längerfristiger die Vorhersage und der Modellcharakter sind, desto sorgfältiger sind die verwendeten Variablen auf Interdependenz zu prüfen und gegebenenfalls in ihrer gegenseitigen Abhängigkeit modellmäßig darzustellen.

Diese Problematik ist von elementarer Bedeutung für die Wahl der adäquaten Schätzmethode; führen doch Regressionsrechnungen (nach der einstufigen Methode der kleinsten Quadrate) bei interdependenten Systemen im allgemeinen zu verzerrten Koeffizienten³¹⁾. Vielmehr

22) Vgl. Fleck [9], S. 205.

23) Als extremes Beispiel in diesem Zusammenhang sei auf die makro-ökonomische Produktionsfunktion einer Volkswirtschaft mit einer Output-Variablen und zwei Produktionsfaktoren verwiesen.

24) Vgl. z. B. Kaldor [19], Verdoorn [42], S. 109.

25) Vgl. z. B. Bombach [3].

26) Vgl. z. B. Solow [39], Nelson [29].

27) Vgl. Isaac [18].

28) Die Variablen können z. B. als Ursprungswerte, Logarithmen, absolute oder prozentuale Abweichungen definiert sein.

29) Vgl. Ludeke [25].

30) Vgl. Gollnick [11], S. 30.

31) Vgl. Haavelmo [14].

sind in diesem Falle Schätzmethoden anzuwenden, die der Interdependenz der Modellvariablen Rechnung tragen³²⁾.

3.2 Der „Helps'sche Ansatz“

Für die Entwicklung der Arbeitsproduktivität in der chemischen Industrie Großbritanniens zieht Helps³³⁾ als Bestimmungsfaktoren die Produktionshöhe und die Investitionstätigkeit heran: „It was not possible to derive a meaningful relation between productivity and output alone (this being the Verdoorn relationship), and it was necessary to consider the effect of capital investment“³⁴⁾.

Aufgrund seiner empirischen Untersuchungen kommt dem Produktionswachstum sowie den um zwei Perioden verzögerten logarithmischen Abweichungen der (realen) Investitionen vom Trend statistische Relevanz zu. Formal lautet der von ihm vorgeschlagene stochastische Ansatz:

$$P_t = a + b O_t + c D_{t-2} + u_t \quad (t = 1, 2, \dots, T)$$

Die verwendeten Symbole haben folgende Bedeutung:

- P_t = prozentuale Veränderung der Arbeitsproduktivität in der Periode t .
- O_t = prozentuale Veränderung der Produktionshöhe (output) in der Periode t .
- D_t = logarithmische Abweichung der Investitionen (I) vom Trend in der Periode t , d. h.
- $D_t = \log I_t - \log \hat{I}_t$ ³⁵⁾
- u_t = Störvariable³⁶⁾ mit folgenden Eigenschaften:

- (1) Normalverteilung mit Erwartungswert 0 und endlicher Streuung
- (2) Homoskedastizität
- (3) keine Autokorrelation
- (4) Unabhängigkeit vom Output und von der Investitionsvariablen.

Das numerische Regressions-Ergebnis der Untersuchungen von Helps lautet für die chemische Industrie Großbritanniens (Stützzeitraum 1961—1969):

32) Vgl. Lüdeke [26], Menges [28].

33) Vgl. Helps [15].

34) Helps [15], S. 3.

35) Helps verwendet den Begriff „the logarithmic trend“, ohne die Funktionsform genau zu spezifizieren, wahrscheinlich verwendet er die Exponentialfunktion $I_t = ab^t$; I_t = Investitionshöhe der Periode t in Preisen von 1963, t = Zeit; a, b = feste Parameter.

36) Helps erwähnt die Störvariable und deren stochastische Eigenschaften nicht ausdrücklich. Zur Interpretation der geschätzten Parameter als beste unverzerrte Größen und zur Bildung der üblichen Testgrößen (t -Werte) sind die obigen Eigenschaften (1-4) vorauszusetzen. Die Frage ist, ob diese stochastischen Voraussetzungen in der Realität vorliegen und welche Relevanz Abweichungen für die empirischen Ergebnisse besitzen.

37) Angesichts dieser Vorgehensweise ist der Schluß, auch bei der Schätzung der Regressionsparameter könne die Variable D_{t-2} außer Betracht bleiben, unzulässig; denn durch die Einbeziehung von D_{t-2} ergeben sich ganz spezielle Schätzungen für a und b .

38) Die Abgrenzung der Industriezweige und die Datenbasis lieferte die DIW-Veröffentlichung: „Produktionsvolumen und -potential, Produktionsfaktoren der Industrie im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland einschließlich Saarland und Berlin (West), 1961/1972“ [23]. Diese Veröffentlichung disaggregiert grundsätzlich in 56 Industriezweige und Zusammenfassungen von Industriezweigen, doch nur für 51 Gruppierungen werden die erforderlichen Produktivitäts- und Investitionsdaten angegeben.

39) Dabei sind die Investitionen in Preisen von 1962 gemessen, t läuft von 1961—1972; a, b = feste Parameter. Geschätzt wurde die in den Parametern lineare logarithmierte Form nach der Kleinst-Quadrate-Methode.

40) Die Trendfunktion lautet dann $I_t = a + bt + ct^2$; a, b, c = feste Parameter.

41) Es sei darauf hingewiesen, daß die in der Tabelle veröffentlichten Variationskoeffizienten als Bezugsgröße den Mittelwert der in Prozent gemessenen Produktivitätsveränderungen haben. Bei der Beurteilung der vielleicht hoch erscheinenden Werte ist dies zu berücksichtigen.

$$P_t = 0,4523 + 0,9187 O_t + 29,1235 D_{t-2} \quad (R^2 = 0,74). \\ (0,4992) \quad (12,2655)$$

Da Helps keine Schätzungen der zukünftigen (längerfristigen) Investitionen zur Verfügung standen, setzte er für die Prognosen $D_{t-2} = 0$, d. h., er machte die Annahme, die Investitionstätigkeit verlaufe längerfristig genau trendmäßig³⁷⁾.

Aufgrund dieses „Tricks“ erübrigte sich zur Prognose die Kenntnis der Variablen D , d. h. die Kenntnis über das Abweichen der zukünftigen tatsächlichen Investition vom Trend. Seine längerfristige Prognosefunktion lautet somit allgemein:

$$\hat{P}_e = \hat{a} + \hat{b} O_e \quad (e > T),$$

speziell für die chemische Industrie:

$$\hat{P}_e = 0,4523 + 0,9187 O_e$$

Bei der Anwendung dieser Prognoseformel ist offensichtlich ein Wert für das Produktionswachstum (O) in der Prognoseperiode e als gegeben vorauszusetzen und einzusetzen.

3.3 Die Anwendung des „Helps'schen Ansatzes“ auf die Industrie der Bundesrepublik Deutschland

Als erster Ansatz einer quantitativen, produktions-theoretisch fundierten Produktivitätsanalyse ist der „Helps'sche Ansatz“ im IAB für 42 Industriezweige und 9 Zusammenfassungen von Industriezweigen der Bundesrepublik Deutschland empirisch überprüft worden³⁸⁾.

Als Maß für das Produktivitätswachstum dienten die jährlichen Veränderungsraten des effektiven Nettoproduktionsvolumens (gemessen zu Preisen von 1962) je geleistete Beschäftigungsstunde, während die jährlichen Veränderungsraten des effektiven Nettoproduktionsvolumens (zu Preisen von 1962) die statistische Basis lieferten für die Variable Produktionswachstum.

Bei der Trendanalyse der Investitionstätigkeit wurde zunächst eine Exponentialfunktion der Gestalt

$$I_t = a b^t$$

zugrunde gelegt³⁹⁾.

Bei unbefriedigenden Anpassungen wurde ein Polynom zweiten Grades in Ansatz gebracht⁴⁰⁾. \hat{I}_t mußte dann logarithmiert und vom logarithmierten effektiven Investitionswert I_t abgezogen werden, um einen Wert für die Variable D_t zu erhalten.

Im einzelnen ergaben sich die in der Tabelle aufgeführten Regressionsschätzungen. Die unter den Regressionsparametern in der ersten Zeile aufgeführten eingeklammerten Werte stellen ihre (geschätzten) Standardfehler dar, die Werte in der zweiten Zeile die dazugehörigen t -Werte. Als statistische Prüfmaße sind das Bestimmtheitsmaß R^2 , die Standardabweichung der Residuen $s_{\hat{a}}$, der Variationskoeffizient⁴¹⁾ V sowie der Autokorrelationskoeffizient nach Durbin-Watson (DW) aufgeführt.

Aufgrund der statistischen Prüfmaße kann gesagt werden, daß mit Hilfe des „Helps'schen Ansatzes“ für die meisten Industriezweige bzw. Industrieagruppierungen der Bundesrepublik Deutschland brauchbare Ergebnisse erzielt werden konnten. Von den 51 Ergebnissen seien folgende besonders herausgestellt (vgl. auch Abb. 2, S. 240):

Tabelle: Schätzfunktionen für die Entwicklung der Arbeitsproduktivität in der Industrie der Bundesrepublik Deutschland

Industriezweige bzw. -gruppen	Regressionsparameter **			Statistische Prüfmaße ***			
	a	b	c	R ²	s _u	V	DW
* Gesamte Industrie	4,1319	0,3329 (0,0665) (5,0056)	16,9442 (3,6396) (4,6555)	0,8212	0,8813	15,0388	2,3012
Bergbau insgesamt	8,2318	0,2438 (0,1658) (1,4707)	15,5028 (6,5781) (2,3567)	0,5096	2,2018	29,0479	0,9389
* Kohlenbergbau	6,8376	0,3580 (0,1403) (2,5521)	16,9476 (5,7917) (2,9262)	0,6484	2,1514	40,8235	1,7413
Eisenerzbergbau	11,0852	0,3394 (0,2447) (1,3872)	5,2156 (3,1267) (1,6681)	0,3424	3,7117	48,9675	1,5343
Kali- und Steinsalzbergbau sowie Salinen	7,6900	0,6989 (0,1753) (3,9861)	7,3442 (4,7669) (1,5407)	0,7012	2,7577	26,5674	1,4621
* Erdöl- und Erdgasgewinnung	12,3785	0,6501 (0,3332) (1,9509)	37,6145 (7,1824) (5,2370)	0,8464	3,9941	22,5146	2,1599
Sonstiger Bergbau (Metallerzbergbau, Flußspat-, Schwespat-, Graphit-, sonstiger Bergbau und Torfindustrie)	5,9949	0,6322 (0,1218) (5,1909)	-1,4451 (1,5058) (-0,9597)	0,8494	1,5780	23,9815	2,7402
Verarbeitende Industrie insgesamt	4,1568	0,3188 (0,0803) (3,9705)	12,6723 (3,6512) (3,4707)	0,7359	1,1012	18,8880	1,9905
Grundstoff- und Produktionsgüterindustrien insgesamt	5,3769	0,3544 (0,1452) (2,4402)	17,1434 (6,6175) (2,5906)	0,6179	2,0307	26,5453	1,7005
* Industrie der Steine und Erden	4,4037	0,2807 (0,0952) (2,9495)	8,3705 (2,6354) (3,1762)	0,6360	1,1467	21,0787	1,2395
* Eisen- und Stahlindustrie	3,9225	0,5837 (0,1069) (5,4616)	14,0532 (5,6478) (2,4883)	0,8349	2,9409	52,8943	2,2017
* Eisenschaffende Industrie	3,8520	0,6177 (0,1070) (5,7719)	8,5196 (5,8607) (1,4537)	0,8540	2,8831	50,0533	2,0208
Eisen-, Stahl- und Tempergießereien	3,9340	0,4647 (0,1204) (3,8592)	11,8976 (4,7258) (2,5176)	0,6893	3,3874	92,8059	2,0754
* Ziehereien und Kaltwalzwerke	2,3953	0,6860 (0,0883) (7,7658)	14,8737 (4,6901) (3,1713)	0,9000	2,6055	42,5040	1,8835
NE-Metallindustrie	3,0337	0,4175 (0,1684) (2,4798)	5,6864 (4,3523) (1,3065)	0,5971	3,7716	73,0925	2,1146
Chemische Industrie (einschließlich Kohlenwertstoffindustrie und chemische Fasererzeugung)	2,9665	0,5966 (0,1775) (3,3608)	15,2191 (4,6904) (3,2447)	0,7464	1,9151	20,2446	1,6350

Schätzverfahren: Methode der kleinsten Quadrate

Schätzzeitraum: 1962—1972

Verwendete Funktion: $P_t = a + b O_t + c D_{t-2}$, wobei: P = Produktivität [%], O = Output [%], D = Investitionsvariable.

* Bei mit * gekennzeichneten Industriezweigen bzw. -gruppen wurde zur Berechnung der Investitionsvariablen D als Trendfunktion ein Polynom zweiten Grades, sonst eine Exponentialfunktion zugrunde gelegt.

** Die eingeklammerten Werte in der ersten Zeile unter den Regressionsparametern stellen ihre Standardfehler dar, die Klammerwerte in der zweiten Zeile die entsprechenden t-Werte.

*** R² = Bestimmtheitsmaß, s_u = Standardabweichung der Residuen, V = Variationskoeffizient, DW = Autokorrelationskoeffizient (nach Durbin-Watson). Statistische Quelle: Krengel, R. / Baumgart, E. / Boneß, A. / Pischner, R. / Droge, K.: Produktionsvolumen und -potential, Produktionsfaktoren der Industrie im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland einschließlich Saarland und Berlin (West), Statistische Kennziffern, 14. Folge, 1961—1972, Berlin 1973

Industriebranche bzw. -gruppen	Regressionsparameter **			Statistische Prüfmaße ***			
	a	b	c	R ²	s _a	V	DW
Mineralölverarbeitung	-0,8762	0,9797 (0,2224) (4,4057)	-6,4176 (3,5293) (-1,8184)	0,7617	3,4422	44,7040	2,3192
Gummi und Asbest verarbeitende Industrie	4,1339	0,0376 (0,1205) (0,3121)	-6,3995 (5,9284) (-1,0795)	0,2123	3,0748	70,3619	2,9131
Sägewerke und holzbearbeitende Industrie	6,2697	0,2660 (0,2023) (1,3150)	-6,7775 (8,6958) (-0,7794)	0,3352	2,5796	35,0490	2,4679
Holzschliff, Zellstoff, Papier und Pappe erzeugende Industrie	6,9057	0,1865 (0,2966) (0,6285)	6,9379 (3,6474) (1,9021)	0,3504	2,9428	36,0198	1,1970
Investitionsgüterindustrien insgesamt	2,8609	0,3591 (0,0660) (5,4393)	7,3134 (3,0852) (2,3705)	0,8154	1,1944	25,6311	2,8598
* Stahl- und Leichtmetallbau	2,2924	0,5358 (0,2526) (2,1212)	6,6015 (12,6570) (0,5216)	0,5459	4,1665	121,4735	2,8065
Maschinenbau	1,4475	0,4178 (0,1187) (3,5193)	8,9636 (4,6499) (1,9277)	0,6606	1,6530	62,8525	3,2043
* Straßenfahrzeugbau	1,1503	0,4140 (0,0991) (4,1763)	10,4150 (6,3966) (1,6282)	0,7136	3,0921	80,3145	2,4631
* Schiffbau	4,8367	0,2739 (0,1291) (2,1209)	0,8027 (5,1268) (0,1566)	0,3966	1,9995	35,3273	0,5545
Luftfahrzeugbau	-3,3716	0,9536 (0,0469) (20,3243)	10,3397 (5,2191) (1,9811)	0,9842	3,7220	56,2234	2,0616
* Elektrotechnische Industrie	4,2305	0,3640 (0,0998) (3,6462)	18,2439 (8,7870) (2,0762)	0,6592	2,0722	30,2513	2,3999
Feinmechanische und optische Industrie (einschl. Uhren-Industrie)	2,0310	0,6093 (0,0876) (6,9566)	19,7183 (10,5250) (1,8735)	0,8791	2,4989	56,7926	1,7344
ESBM-Industrie (Eisen-, Blech- und Metallwaren-Industrie einschließlich Stahlverformung)	2,4513	0,5466 (0,1276) (4,2839)	6,6278 (9,0014) (0,7363)	0,8002	2,4382	46,7081	3,4134
Stahlverformung	1,5959	0,4728 (0,0907) (5,2121)	6,6144 (6,1592) (1,0739)	0,5959	2,6307	92,3066	2,3763
Eisen-, Blech- und Metallwaren- Industrie	2,4303	0,6053 (0,1372) (4,4132)	5,5018 (9,6916) (0,5677)	0,8035	2,5592	42,5121	3,3072
Verbrauchsgüterindustrien insgesamt	3,5732	0,5152 (0,0496) (10,3923)	11,8743 (2,4761) (4,7955)	0,9399	0,7429	11,8677	2,5005
* Feinkeramische Industrie	3,4373	0,5481 (0,1299) (4,2195)	9,5312 (3,9966) (2,3848)	0,7244	2,3539	51,5066	0,7576
Glasindustrie	2,047	0,7420 (0,1121) (6,6185)	9,7948 (3,4922) (2,8048)	0,8661	1,4957	21,7084	1,0767

Industriezweige bzw. -gruppen	Regressionsparameter **			Statistische Prüfmaße ***			
	a	b	c	R ²	s _a	V	DW
Holzverarbeitende Industrie	3,8603	0,4308 (0,0993) (4,3364)	3,7208 (3,8225) (0,9734)	0,7324	1,6587	24,2152	2,9100
Musikinstrumenten-, Spiel-, Schmuck- waren- und Sportgeräte-Industrie	2,4558	0,6089 (0,0698) (8,7274)	11,3311 (5,2530) (2,1571)	0,9160	1,2589	25,9567	1,8013
Papier und Pappe verarbeitende Industrie	3,0333	0,3684 (0,1296) (2,8423)	13,3220 (5,5285) (2,4097)	0,6844	1,8469	34,7159	1,3741
Druckerei- und Vervielfältigungsindustrie	2,1624	0,5791 (0,0602) (9,6224)	9,2482 (3,0107) (3,0718)	0,9331	0,6914	13,7178	2,1135
Kunststoffverarbeitende Industrie	3,3140	0,3304 (0,0887) (3,7238)	12,7589 (5,7799) (2,2075)	0,7135	2,1126	25,9535	2,9458
Lederindustrie insgesamt	3,7396	0,8872 (0,0650) (13,6574)	15,7483 (3,1460) (5,0059)	0,9644	1,1409	28,5229	2,2153
Ledererzeugende Industrie	14,6159	2,7256 (0,7566) (3,6026)	-8,3682 (33,3125) (-0,2512)	0,6681	15,1607	151,0032	1,7836
* Lederverarbeitende Industrie	2,6963	0,7113 (0,0626) (11,3671)	7,1661 (1,9899) (3,6013)	0,9552	1,0364	27,5626	1,4067
Schuhindustrie	3,1058	0,5883 (0,0896) (6,5680)	7,1159 (3,2305) (2,2027)	0,8669	1,5714	50,5283	1,8987
Textilindustrie	4,9210	0,5112 (8,0764) (6,6872)	13,3423 (3,5994) (3,7068)	0,8722	1,3217	19,1280	2,7251
* Bekleidungsindustrie	2,8728	0,5345 (0,0602) (8,8715)	5,3444 (2,5898) (2,0636)	0,9186	1,1250	24,0380	2,3801
Nahrungs- und Genußmittelindustrien insgesamt	2,3848	0,6551 (0,1995) (3,2838)	18,6964 (8,6109) (2,1712)	0,7008	1,0348	21,2051	2,2302
Mahl- und Schälmlmhlenindustrie	3,9191	0,8990 (0,1278) (7,0316)	1,0298 (3,7060) (0,2779)	0,8766	1,6115	51,3219	1,7777
* Zuckerindustrie	4,5597	0,8886 (0,0692) (12,8403)	1,4600 (8,2497) (0,1770)	0,9599	2,8533	33,3329	1,6868
Ölmühlen- und Margarine-Industrie	1,8995	0,9846 (0,4683) (2,1024)	0,0011 (5,4807) (0,0002)	0,4148	3,5016	79,2220	3,0952
Brauerei und Mälzerei	3,2234	0,2955 (0,1028) (2,8755)	16,5636 (3,4197) (4,8436)	0,8415	0,7877	17,6605	2,2716
Sonstige Nahrungs- und Genußmittelindustrie	1,3886	0,8284 (0,2475) (3,3478)	6,8660 (10,2547) (0,6696)	0,6269	1,6438	33,5467	1,5530

Bestimmtheitsmaße von über 90 %, gesicherte Regressionskoeffizienten, (noch) annehmbare Variationskoeffizienten, kein Verdacht auf Autokorrelation liegen vor bei: Gesamte Industrie, Ziehereien und Kaltwalzwerke, Luftfahrzeugbau, Verbrauchsgüterindustrie insgesamt, Musikinstrumenten-, Spiel-, Schmuckwaren- und Sportgeräteindustrien, Druckerei- und Vervielfältigungsindustrie, Lederindustrie insgesamt, lederverarbeitende Industrie, Bekleidungsindustrie.

Bestimmtheitsmaße von mindestens 70 %, gesicherte Regressionskoeffizienten, relativ niedrige Variationskoeffizienten und tolerierbare DW-Koeffizienten weisen auf chemische Industrie, Investitionsgüterindustrie insgesamt, Textilindustrie, Kunststoffverarbeitung sowie Nahrungs- und Genussmittelindustrie insgesamt.

Die Abbildung 2 soll für ausgewählte Zweige die Güte der statistischen Anpassung der getesteten Funktion zum Ausdruck bringen. Sie soll z. B. auch zeigen, wie gut Richtungsänderungen (Wendepunkte) erfaßt worden sind.

In einigen Fällen jedoch sind die empirischen Ergebnisse als weniger gut zu beurteilen. So lieferte die Analyse für die Wirtschaftszweige „Sonstiger Bergbau“ und „Ledererzeugende Industrie“ einen negativen und damit zu verwerfenden Regressionsparameter für die Investitionsvariable. Diese Kritik relativiert sich jedoch dadurch, daß diese (negativen) Parameter statistisch nicht gegen Null gesichert sind. Weiterhin ist der „Helps'sche Ansatz“ zu überprüfen und zu verbessern, vor allem für die Zweige: Eisenerzbergbau, gummi- und asbestverarbeitende Industrie, Sägewerke und holzverarbeitende Industrie, Holzschliff, Zellstoff, papier- und pappeerzeugende Industrie, Stahl- und Leichtmetallbau, Schiffbau, Stahlverformung, Ölmühlen- und Margarineindustrie. Dazu geben zu geringe Bestimmtheitsmaße, ungesicherte Koeffizienten, Verdacht auf Autokorrelation der Störgrößen und unbefriedigende Variationskoeffizienten Anlaß.

Allerdings muß bei der Heranziehung rein statistischer Prüfmaße zur Beurteilung des gewählten Ansatzes herausgestellt werden, daß wegen der Möglichkeit interdependenter Modellvariablen mit Verzerrungen zu rechnen ist — dies gilt auch, wenn an sich „gute“ statistische Prüfmaße vorliegen —, da alle Ergebnisse aufgrund von Regressionsrechnungen zustande gekommen sind.

4. Kritik und Ausblick

Die vergleichsweise geringe Zahl der — nach den (rein) statistischen Prüfmaßen zu urteilen — unbefriedigenden empirischen Ergebnisse, die mit Hilfe des „Helps'schen Ansatzes“ für die Industriezweige der Bundesrepublik Deutschland erzielt werden konnten, deutet darauf hin,

daß mit der Produktion und den Investitionen relevante Erklärungsgrößen für die Entwicklung der Arbeitsproduktivität gefunden worden sind. Die Hypothese von *Helps* kann somit als ein ermutigender erster Schritt angesehen werden, mit Hilfe von produktionstheoretischen Ansätzen die Arbeitsproduktivität mittel- oder längerfristig vorauszuschätzen, zumal durch die Einführung der speziellen Investitionsvariablen einmal die bisher vernachlässigte Erklärungsgröße Investitionen erfaßt wird, zum ändern sich bei längerfristigen Prognosen deren Vorausbestimmung aufgrund der Modellkonstruktion erübrigt.

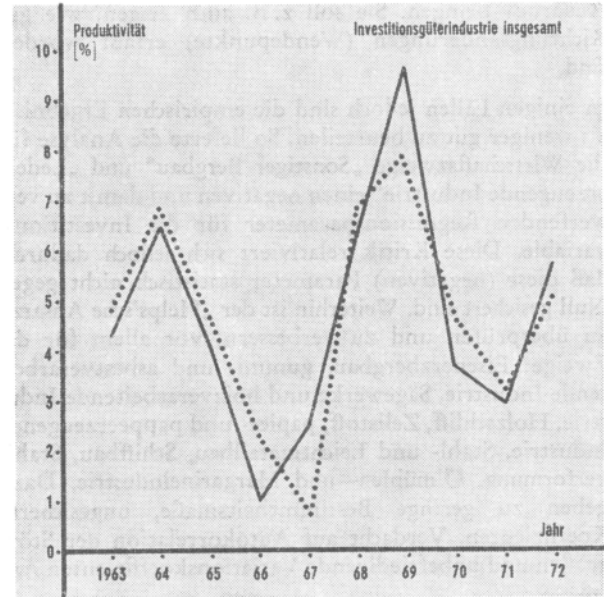
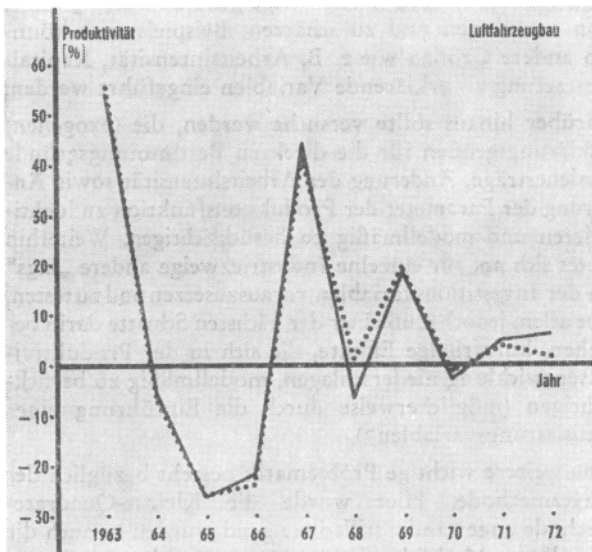
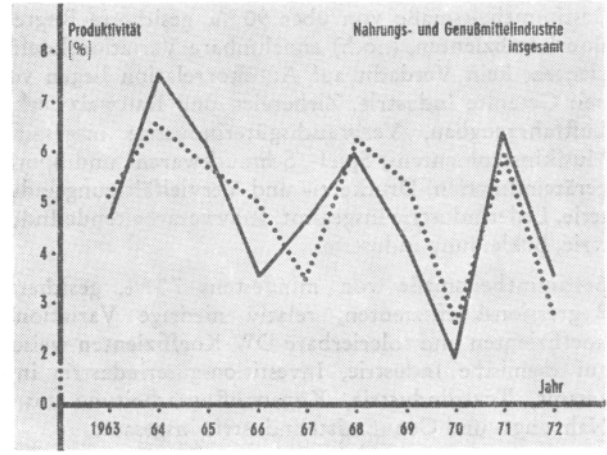
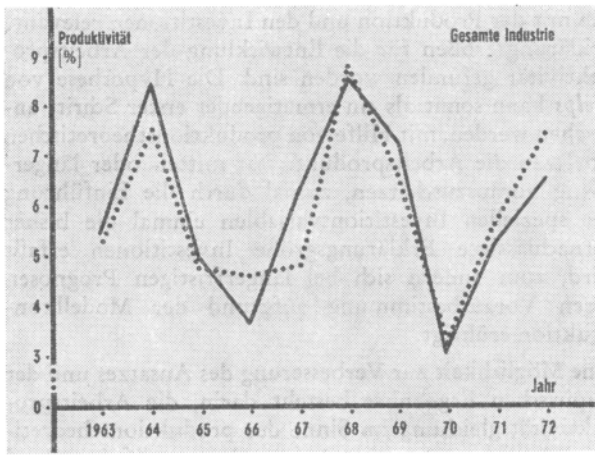
Eine Möglichkeit zur Verbesserung des Ansatzes und der empirischen Ergebnisse besteht darin, die Arbeitsproduktivitätsgleichung im Sinne der produktionstheoretischen Ausführungen unter 2. formal zu modifizieren und empirisch zu testen, ganz abgesehen von der Möglichkeit, für die Investitionen eine eigene Erklärungsfunktion anzusetzen und zu schätzen. Beispielsweise könnten andere Größen wie z. B. Arbeitsintensität, Kapitalausstattung als erklärende Variablen eingeführt werden.

Darüber hinaus sollte versucht werden, die (exogenen) Erklärungsgrößen für die direkten Bestimmungsgründe Skalenerträge, Änderung der Arbeitsintensität sowie Änderung der Parameter der Produktionsfunktion zu identifizieren und modellmäßig zu berücksichtigen. Weiterhin bietet sich an, für einzelne Industriezweige andere „lags“ bei der Investitionsvariablen vorauszusetzen und zu testen. Vor allem jedoch muß einer der nächsten Schritte darin bestehen, kurzfristige Effekte, die sich in der Produktivitätsentwicklung niederschlagen, modellmäßig zu berücksichtigen (möglicherweise durch die Einführung einer „Auslastungsvariablen“).

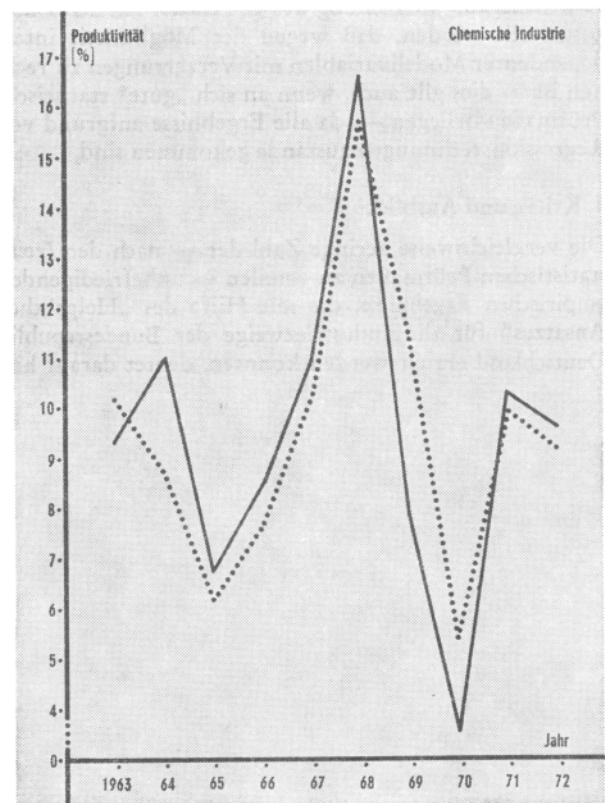
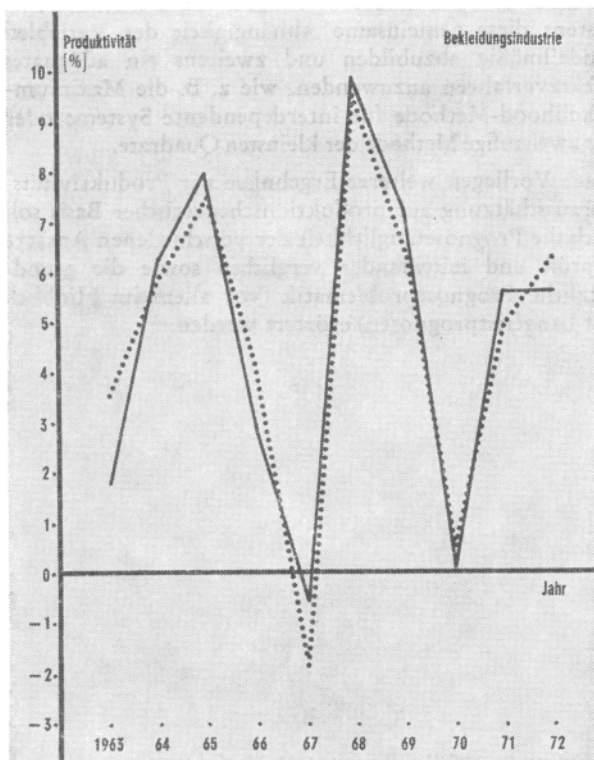
Eine weitere wichtige Problematik besteht bezüglich der Schätzmethode. Hier wurde die Kleinst-Quadrat-Methode angewandt; stillschweigend wurden so auch die mit dieser Methode verbundenen Annahmen als gegeben vorausgesetzt. Doch gerade in mittel- und langfristigen Analysen ist mit interdependenten Modellvariablen zu rechnen und bei Interdependenz ergeben sich bei Anwendung der einstufigen Kleinst-Quadrat-Methode „Haavelmo-Verzerrungen“. In diesem Falle ist erstens diese gemeinsame Abhängigkeit der Variablen modellmäßig abzubilden und zweitens ein adäquates Schätzverfahren anzuwenden, wie z. B. die Maximum-Likelihood-Methode für interdependente Systeme oder die zweistufige Methode der kleinsten Quadrate.

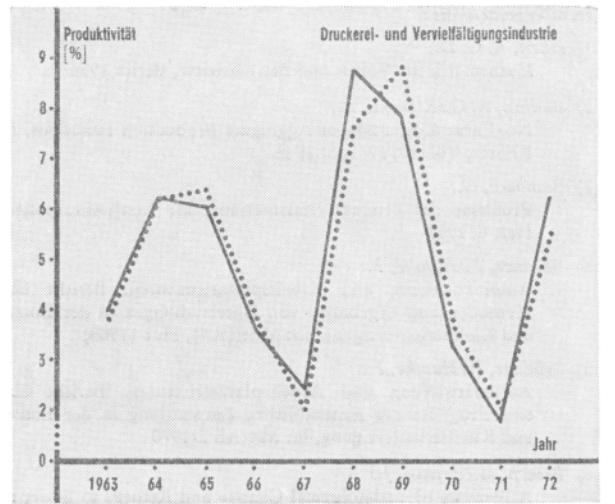
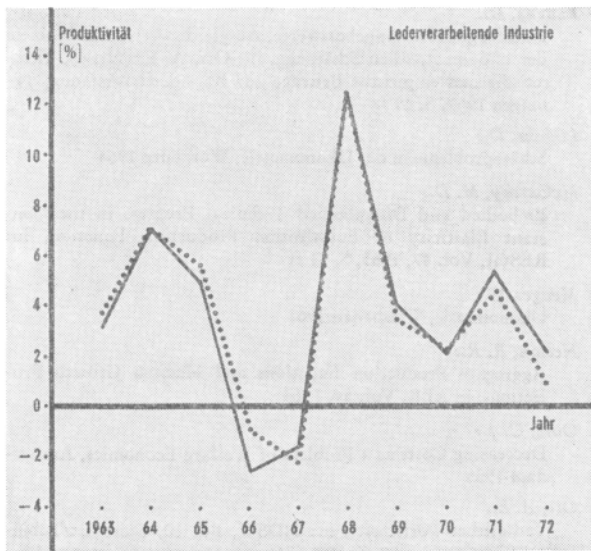
Nach Vorliegen weiterer Ergebnisse zur Produktivitätsvorausschätzung auf produktionstheoretischer Basis soll auch die Prognosetauglichkeit der verschiedenen Ansätze geprüft und miteinander verglichen sowie die grundsätzliche Prognoseproblematik (vor allem im Hinblick auf Langfristprognosen) erörtert werden.

Abbildung 2:
Beobachtete und theoretische Produktivitätswerte für ausgewählte Industriezweige bzw. -gruppen der Bundesrepublik Deutschland

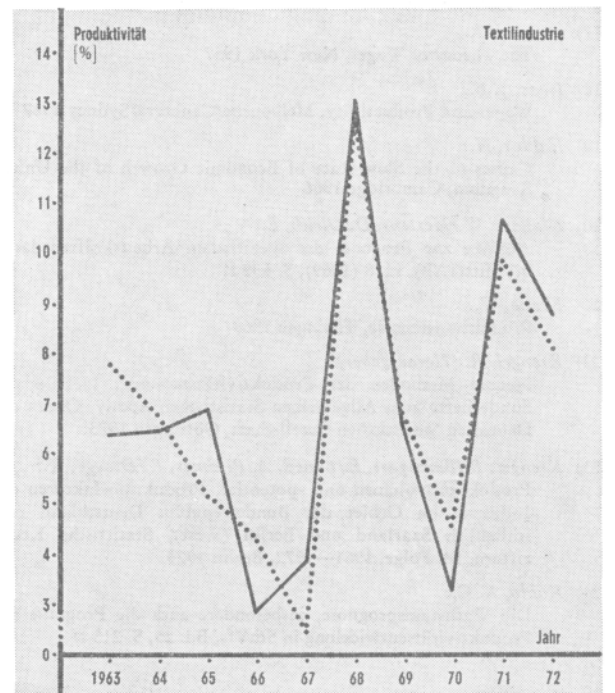
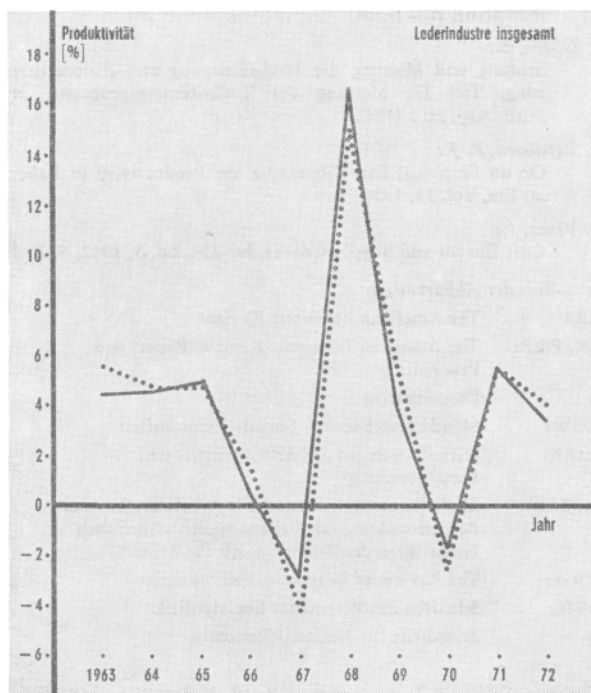
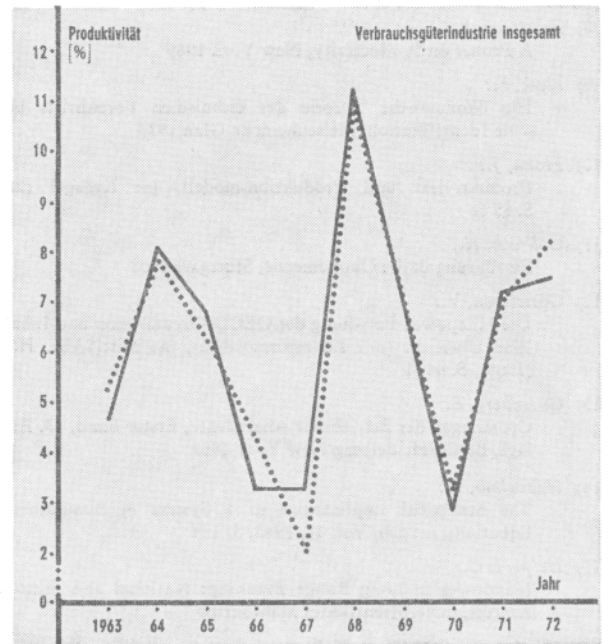
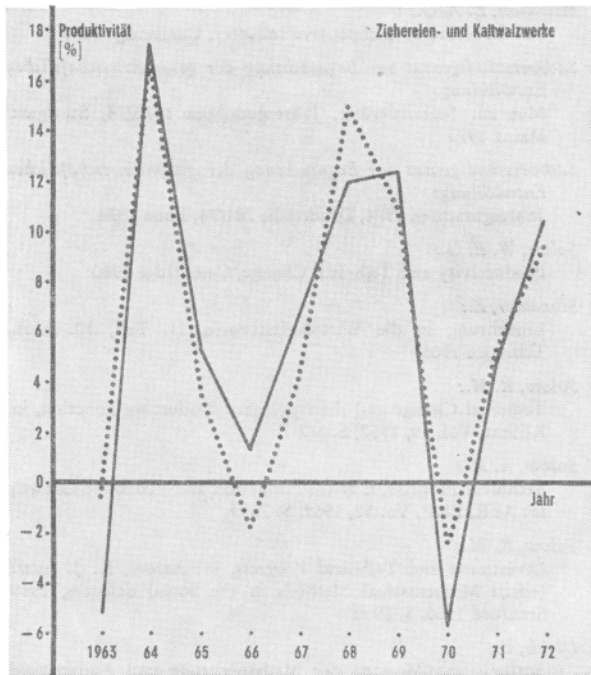


— y Beobachtungen
..... y theoretische Werte





— y Beobachtungen
 y theoretische Werte



Literaturverzeichnis

- 1) Allen, R. G. D.:
Mathematik für Volks- und Betriebswirte, Berlin 1956
- 2) Bodkin, R. G./Klein, L. R.:
Nonlinear Estimation of Aggregate Production Functions, in: REStat, Vol. 49, 1967, S. 28 ff
- 3) Bombach, G.:
Probleme der Produktivitätsmessung, in: Konjunkturpolitik, Heft 6, 1959
- 4) Brödner, P./Hamke, F.:
Automatisierung und Arbeitsplatzstrukturen. Bericht über Methoden und Ergebnisse von Untersuchungen in der Einzel- und Kleinserienfertigung, in: Mitt(IAB), H. 8 (1969)
- 5) Brödner, P./Hamke, F.:
Automatisierung und Arbeitsplatzstrukturen. Bericht über eine Prognose der mutmaßlichen Entwicklung in der Einzel- und Kleinserienfertigung, in: MittAB 2/1970
- 6) Brown, M.I./Popkin, J.:
A Measure of Technological Change and Returns to Scale, in: REStat, Vol. 44, 1962, S. 402 ff
- 7) Egle, F./Klauder, W./Thon, M.:
Zur Produktivitätsprognose mit Hilfe von intrasektoralen Analogieschlüssen, in: MittAB 4/1972, S. 285 ff
- 8) Fabricant, S.:
A Primer on Productivity, New York 1969
- 9) Fleck, F.:
Die ökonomische Theorie des technischen Fortschritts und seine Identifikation, Meisenheim an Glan 1973
- 10) Frohn, J.:
Produktivität und Produktionsmodell, in: Kregel (22), S. 85 ff
- 11) Gollnick, H.:
Einführung in die Ökonometrie, Stuttgart 1968
- 12) Gottsleben, V.:
Die Manpower-Forschung der OECD-Organisation und Inhalt. Eine Übersicht (mit Literaturangaben), in: Mitt(IAB), H. 2 (1968), S. 44 ff
- 13) Gutenberg, E.:
Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Erster Band, 13. Auflage, Berlin/Heidelberg/New York 1967
- 14) Haavelmo, T.:
The Statistical Implications of a System of Simultaneous Equations, in: Em, Vol. 11, 1943, S. 1 ff
- 15) Helps, I. G.:
Manpower in Long Range Planning: National and Sectoral Aspects, unveröffentlichtes Manuskript
- 16) Henderson, A. M./Quandt, R. E.:
Mikroökonomische Theorie, Berlin/Frankfurt a. M. 1967
- 17) Hicks, J.R.:
The Theory of Wages, New York 1957
- 18) Isaa, J. E.:
Wages and Productivity, Melbourne/Canberra/Sydney 1967
- 19) Kaldor, N.:
Causes of the Slow Rate of Economic Growth of the United Kingdom, Cambridge 1966
- 20) Klauder, W./Mertens, D./Ulrich, E.:
Ansätze zur Prognose des spezifischen Arbeitskräftebedarfs, in: Mitt(IAB), H. 8 (1969), S. 599 ff
- 21) Krelle, W.:
Produktionstheorie, Tübingen 1969
- 22) Kregel, R. (Herausgeber):
Neuere Methoden der Produktivitätsmessung, Heft 4 der Sonderhefte zum Allgemeinen Statistischen Archiv, Organ der Deutschen Statistischen Gesellschaft, Göttingen 1973
- 23) Kregel, R./Baumgart, E./Boneß, A./Pischner, R./Droge, K.:
Produktionsvolumen und -potential, Produktionsfaktoren der Industrie im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland einschließlich Saarland und Berlin (West), Statistische Kennziffern, 14. Folge, 1961—1972, Berlin 1973
- 24) Kuhlo, K.C.:
Die Wachstumsprognose, insbesondere auch die Prognose der Produktivitätsentwicklung in SchVfs, Bd. 25, S. 215 ff
- 25) Lüdeke, D.:
Nachfragewerte, Angebotswerte, Ausgleichswerte? Ein Problem der ökonometrischen Schätzung, in: Ott, A. E. (Hrsg.), Theoretische und empirische Beiträge zur Wirtschaftsforschung, Tübingen 1967, S. 49 ff
- 26) Lüdeke, D.:
Schätzprobleme in der Ökonometrie, Würzburg 1964
- 27) McCarthy, M.D.:
Embodied and Disembodied Technical Progress in the Constant Elasticity of Substitution Production Function, in: REStat, Vol. 47, 1965, S. 71 ff
- 28) Menges, G.:
Ökonometrie, Wiesbaden 1961
- 29) Nelson, R. R.:
Aggregate Production Functions and Medium Growth Projections, in: AER, Vol. 54, 1964
- 30) Oort, C. J.:
Decreasing Costs as a Problem of Welfare Economics, Amsterdam 1958
- 31) Ott, A. E.:
Technischer Fortschritt, in: HDSW, Bd. 10, Stuttgart/Tübingen/Göttingen 1959, S. 302—316
- 32) Robinson, E. A. G.:
The Structure of Competitive Industry, Cambridge 1958
- 33) Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung:
Mut zur Stabilisierung, Jahresgutachten 1973/74, Stuttgart/Mainz 1973
- 34) Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung:
Jahresgutachten 1974, Drucksache 781/74, Bonn 1974
- 35) Salter, W. E. G.:
Productivity and Technical Change, Cambridge 1960
- 36) Schneider, E.:
Einführung in die Wirtschaftstheorie, II. Teil, 10. Aufl., Tübingen 1965
- 37) Solow, R. M.:
Technical Change and the Aggregate Production Function, in: REStat, Vol. 39, 1957, S. 312 ff
- 38) Solow, R. M.:
Technical Progress, Capital Formation and Economic Growth, in: AER, P&P, Vol. 52, 1962, S. 76 ff
- 39) Solow, R. M.:
Investment and Technical Progress, in: Arrow, K. J. (usw.) (eds.): Mathematical Methods in the Social Sciences, 1959, Stanford 1960, S. 89 ff
- 40) Ulrich, E.:
Stufung und Messung der Mechanisierung und Automatisierung, Teil I: Stufung des Technisierungsprozesses, in: Mitt(IAB), H. 2 (1968)
- 41) Ulrich, E.:
Stufung und Messung der Mechanisierung und Automatisierung, Teil II: Messung des Technisierungsprozesses, in: Mitt(IAB), H. 3 (1968)
- 42) Verdoorn, P.J.:
On an Empirical Law Governing the Productivity of Labor, in: Em, Vol. 19, 1951
- 43) Viner, J.:
Cost Curves and Supply Curves, in: ZN, Bd. 3, 1932, S. 23 ff

Verzeichnis der Abkürzungen

AER:	The American Economic Review
AER, P&P:	The American Economic Review, Papers and Proceedings
Em	Econometrica
HDSW:	Handwörterbuch der Sozialwissenschaften
MittAB:	Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung Mitt(IAB): Mitteilungen des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (als Beilage zu den „Amtlichen Nachrichten der Bundesanstalt für Arbeit“)
REStat:	The Review of Economics and Statistics
SchVfs:	Schriften des Vereins für Sozialpolitik
ZN	Zeitschrift für Nationalökonomie